

METHOD AND APPARATUS FOR TESTING SEMICONDUCTOR

Publication number: JP2000088915

Publication date: 2000-03-31

Inventor: MOTOYOSHI MAKOTO

Applicant: SONY CORP

Classification:

- international: G01R31/26; G01R31/28; H01L21/66; G01R31/26;
G01R31/28; H01L21/66; (IPC1-7): G01R31/26;
H01L21/66

- European: G01R31/28G2D1A

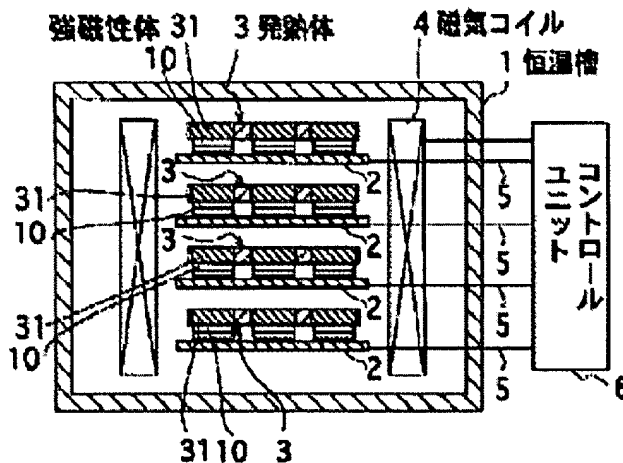
Application number: JP19980260180 19980914

Priority number(s): JP19980260180 19980914

Report a data error here

Abstract of JP2000088915

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method and an apparatus for testing a semiconductor capable of testing by applying a substantially constant temperature stress to all semiconductor devices. **SOLUTION:** A heater 3 having a ferromagnetic material 31 including substantially the same magnetic transformation temperature as a set temperature is provided at an upper part of a semiconductor device 10, and the material 31 is heated in electromagnetic induction by an alternating magnetic field generated by a magnetic coil 4 to heat the device 10. When it becomes near the set temperature, the material 31 corresponding to the device 10 having a large self-heating amount arrives the transformation temperature at once, and thus heating by a magnetic hysteretic loss of the material 31 is vanished. Thereafter, a temperature difference from other semiconductor device 10 is reduced, and finally the temperatures of all the devices 10 become substantially constant at the set temperature.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(11)特許出願公開番号

特開2000-88915

(P2000-88915A)

(43)公開日 平成12年3月31日(2000.3.31)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

FI

テーマコート・(参考)

G O I R 31/26

C O 1 R 31/26

H 2 G 0 0 3

H O 1 L 21/66

H O 1 L 21/66

H 4M106

審査請求 未請求 請求項の数7 O.L (全 5 頁)

(21)出願番号

特願平10-260180

(22) 出題日

平成10年9月14日(1998.9.14)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 發明者 元吉 真

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ
一株式会社内

Fターム(参考) 2G003 AA01 AA02 AB16 AC03 AD01
AD02 AD03

4M106 AA01 AA02 AA04 AD08 AD09

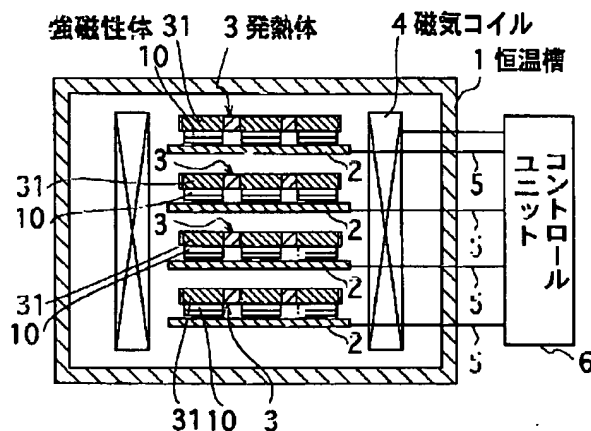
CA56 CA60 DH02 DH44 DH46

(54) 【発明の名称】 半導体の試験方法及び装置

(57) 【要約】

【課題】 全ての半導体デバイスに対し、ほぼ一定の温度ストレスをかけて試験をすることができる半導体の試験方法及び装置を提供すること。

【解決手段】 半導体デバイス１０の上部に、設定温度と略同一の磁気変態点をもつ強磁性体３１を備えた発熱体３を設け、磁気コイル４によって発生した交番磁場により強磁性体３１を電磁誘導加熱し半導体デバイス１０を加熱する。設定温度近傍になると、自己発熱量の大きな半導体デバイス１０に対応する強磁性体３１がいち早く磁気変態点に達し、これにより当該強磁性体３１の磁気的なヒステリシス損による発熱が消失する。以後は他の半導体デバイス１０との間の温度差が小さくなって、最終的に全ての半導体デバイス１０の温度を設定温度でほぼ一定となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 恒温槽内部に複数の半導体デバイスを收容し、前記複数の半導体デバイスに設定温度下で電氣的ストレスを与えて試験を行う半導体の試験方法において、

前記半導体デバイスの周囲又はその一部に、前記設定温度と略同一の磁気変態点をもつ強磁性体を設け、前記強磁性体を電磁誘導加熱することにより前記半導体デバイスを前記設定温度に加熱するようにしたことを特徴とする半導体の試験方法。

【請求項2】 前記半導体デバイスは、ヒータ加熱又は温風加熱により前記設定温度近傍まで加熱された後、前記強磁性体の電磁誘導加熱によって加熱されることを特徴とする請求項1に記載の半導体の試験方法。

【請求項3】 前記強磁性体は、 -65°C 以上 200°C 以下の範囲に磁気変態点を有することを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の半導体の試験方法。

【請求項4】 恒温槽内部に配置された複数の半導体デバイスに対し、設定温度下で電氣的ストレスを与える半導体の試験装置において、前記半導体デバイスの周囲に設けられ前記設定温度と略同一の磁気変態点をもつ強磁性体を少なくとも一部に有する発熱体と、

前記恒温槽の内部に配置され前記強磁性体に交番磁場を与える磁気コイルとを備えたことを特徴とする半導体の試験装置。

【請求項5】 前記発熱体は、前記強磁性体を前記複数の半導体デバイスの個々の配置位置に対応して複数配置するとともに、これら複数の強磁性体を断熱体で区画して成ることを特徴とする請求項4に記載の半導体の試験装置。

【請求項6】 前記半導体デバイスは、半導体ウェーハ上に形成された個々の半導体チップであり、前記発熱体は、前記半導体ウェーハを保持するステージであることを特徴とする請求項4に記載の半導体の試験装置。

【請求項7】 前記強磁性体は、 -65°C 以上 200°C 以下の範囲に磁気変態点を有することを特徴とする請求項4から請求項6のいずれかに記載の半導体の試験装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、温度ストレス及び電氣的ストレスを与える半導体の試験方法及び装置に関する。

【0002】

【従来の技術】半導体の高温信頼性試験やバーンイン試験は、潜在的に欠陥を有する製品を除去することを目的として、複数の半導体デバイスを同時に一つの恒温槽に入れ、温度ストレス（通常 100°C から 200°C の高

温）と同時に半導体デバイスに最大定格に近い電源電圧や仕様より高めのカロック周波数等を印加することにより行われる。

【0003】このとき、半導体デバイスの動作電流、MOSトランジスタのリーク電流、接合リーク電流による自己発熱で半導体デバイスが大きく発熱するが、個々に製造上のバラツキからくる消費電力の違いがあるため、複数の半導体デバイスを同時に試験する場合、各半導体デバイスごとに発熱量が大きく異なる。特にBGA（Ball Grid Array）パッケージに搭載された高速のデバイスの場合、環境温度に加えて、上述したような半導体デバイスの自己発熱量が加わり、消費電力の大きいデバイスのパッケージの半田ボールが高温のため軟化して基板（バーンインボード）へ溶着するという問題が発生する。

【0004】これを防止するため、半導体デバイス中に形成されたMOSトランジスタの実効チャネル長を延ばしてオフリークを低減したり、バイポーラトランジスタの耐圧を上げてリーク電流を減らす等、消費電力削減の対策をとっている。しかし、両対策とも電流駆動能力の低下や f_T （遮断周波数）、 f_{max} （最大周波数）の低下を伴うため、半導体デバイスの性能を犠牲にすることになっている。

【0005】これに対して、各半導体デバイスの消費電力をランク分けにして試験するか、環境温度を下げて試験するという方法があるが、前者は選別のために時間や工数がかかり現実的ではないし、後者は一部のデバイスに規定の温度ストレスがかからないことになる。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の問題に鑑みてなされ、全ての半導体デバイスに対し、ほぼ同一の温度ストレスをかけて試験することができ半導体の試験方法及び装置を提供することを課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】以上の課題を解決するにあたり、本発明は、請求項1では、半導体デバイスの周囲又はその一部に、設定温度（試験温度）と略同一の磁気変態点をもつ強磁性体を設け、この強磁性体を電磁誘導加熱することにより上記半導体デバイスを上記設定温度に加熱する方法を用いて半導体の試験を行うようにしている。また、請求項4では、半導体デバイスの周囲に設けられ上記設定温度と略同一の磁気変態点をもつ強磁性体を少なくとも一部に有する発熱体と、恒温槽の内部に配置され上記強磁性体に交番磁場を与える磁気コイルとを備えた装置を用いて半導体の試験を行うようにしている。

【0008】すなわち、一般に強磁性体の発熱機構は渦電流損失と磁氣的なヒステリシス損により発生する熱で構成されるが、当該強磁性体の磁気変態点（キュリー点）に達すると、上記ヒステリシス損による発熱は原理

的に消滅することになるので全体的に加熱勾配が低下する。この性質を利用して、自己発熱量が大きい半導体デバイスとそれ以外の半導体デバイスとの間における温度差を上記設定温度近傍で小さくして、最終的に全ての半導体デバイスの温度を上記設定温度付近でほぼ一定とするようにしている。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、本発明の各実施の形態について図面を参照して説明する。

【0010】図1は、本発明の第1の実施の形態によるバーンインシステムを示している。恒温槽1の内部には、複数の半導体デバイス10を載置するバーンインボード2が複数枚高さ方向に配設されている。これらのバーンインボード2は、半導体デバイス10を動作させるための電源電圧や信号を供給するコントロールユニット6にケーブル5を介してそれぞれ接続される。半導体デバイス10の上部には本発明に係る発熱体3が設けられ、バーンインボード2に対応して高さ方向に複数枚配設されている。また、恒温槽1の内部には発熱体3の周囲を囲むように巻回された磁気コイル4が設けられており、この磁気コイル4への通電は、コントロールユニット6によって行われる。

【0011】半導体デバイス10は、本実施の形態ではBGA(Ball Grid Array)が適用され、図2に示すように、半導体チップ101、BGA基板(インタポーザ)103、半導体チップ101とインタポーザ103とを接続する金線102、外部端子である半田ボール104、モールド樹脂105とで構成される。発熱体3は図3に示すように構成され、半導体デバイス10の配置位置に対応して設けられる複数の強磁性体31と、これら強磁性体31を区画する断熱体32とから成り、全体として板状を呈する(なお、説明を簡単にするため図1と図3にそれぞれ示される強磁性体31の個数は異なる)。強磁性体31は、恒温槽1の内部に配置された磁気コイル4にて発生される交番磁場の中に置かれることにより、電磁誘導による加熱電流と磁気的なヒステリシス損とによって発熱する。

【0012】また、これら強磁性体31は、半導体デバイス10の試験温度すなわち設定温度と略同一の磁気変態点(キュリー点(温度))を有する強磁性材料で構成される。例えば図6に示すように、 $Mn-Zn$ (マンガン-亜鉛)フェライトの磁気変態点は Fe_2O_3 (酸化鉄)と ZnO (酸化亜鉛)の組成量[mol(モル)%]で求められ、これらの組成量を変更することで80℃から240℃の範囲で連続的に磁気変態点を調整することができる。なお磁気変態点は、 $T_c = 12.8(x - 2z/3) - 358$ の計算式で求められる(E. Ross, E. Moser, Z. Angew. Phys., 13, 247 (1961))。ここで、 T_c : 磁気変態点、 x : Fe_2O_3 のmol%, z : ZnO のmol%、 $100 - x - z$: MnO (酸化マンガ

ン)である。

【0013】また、本実施の形態では、恒温槽1の内部を設定温度近傍までヒータ加熱又は温風加熱するようにしており、これにより恒温槽1の内部温度を迅速に上昇させるようにしている。

【0014】次に、本実施の形態の作用について説明すると、恒温槽1の内部に半導体デバイス10を収容した後、ヒータ加熱又は温風加熱により半導体デバイス10を設定温度(例えば120℃)以下の所定の温度まで加熱する。次いで、磁気コイル4に交流電流を通電して交番磁場を発生させ、発熱体3を構成する強磁性体31を発熱させることにより半導体デバイス10を加熱する。強磁性体31は主として、渦電流損失によって加熱されるが、強磁性体31の磁気的なヒステリシス損(磁気履歴曲線の内部の面積に相当)による加熱分も強磁性体31の発熱に寄与している。一方、半導体デバイス10にはコントロールユニット6からケーブル5及びバーンインボード2を介して電源電圧やテスト信号が供給され、このときの動作電流、リーク電流等によっても発熱する。すなわち半導体デバイス10の温度は、この自己発熱量と環境温度の和で決まる。

【0015】半導体デバイス10の自己発熱量は個々に応じて差があるので、これらデバイス10に対応して配置されている強磁性体31も上記自己発熱量を受けてそれぞれ温度差を生じる。このとき、強磁性体31を区画する断熱体32は、隣接する強磁性体31間の熱移動を抑制する機能をもつ。したがって、自己発熱量の大きい半導体デバイス10に関しては他のデバイス10に比べて早く設定温度に到達するので、このデバイスに対応する強磁性体31もまた他の強磁性体31よりも早く設定温度に到達することになる。

【0016】そこで、本実施の形態では強磁性体31をその磁気変態点が上記設定温度と略同一の材料で構成したので、自己発熱量の大きい半導体デバイス10に対応する強磁性体31はいち早く磁気変態点に到達し、ヒステリシス損による発熱分は原理的に消滅して渦電流損失による発熱に依存することになる。これにより、当該強磁性体31の加熱速度はその時点から他の強磁性体31の加熱速度に比べて低くなり、以後は自己発熱量の大きい半導体デバイスとそれ以外の半導体デバイス10との間の温度差が減少し、最終的に全ての半導体デバイス10の温度が上記設定温度(120℃)付近でほぼ一定となる。

【0017】したがって本実施の形態によれば、恒温槽1内部の全ての半導体デバイス10に対し、個別の半導体デバイス10の発熱温度に依らず、ほぼ一定の温度ストレスを与えてバーンイン試験、又は、新規半導体デバイスの開発段階における信頼性試験を行うことができ、信頼性の高い高性能な半導体デバイスを得ることができる。

【0018】図4は本発明の第2の実施の形態を示している。本実施の形態では、半導体ウェーハ11に形成された個々の半導体チップ111を半導体デバイスとして、これら半導体チップ111のバーンイン試験を行う場合について説明する。半導体ウェーハ11は、恒温槽1の内部でステージ8上に載置される。ステージ8の上には図示せずとも、個々の半導体チップ111の位置に対応して、設定温度すなわち試験温度と略同一の磁気変態点を有する強磁性体(Mn-Znフェライト)が複数個埋め込まれている。恒温槽1の内部にはステージ8の周囲を囲むように磁気コイル4が配置されており、ステージ8上の複数の強磁性体は磁気コイル4により発生される交番磁場を受けて電磁誘導加熱される。また図示せずとも、半導体ウェーハ11上にはプローブカードが配置され、そのプローブ針と各半導体チップ111の電極部とを介して所定の電源電圧及びテスト信号が図示しないコントロールユニットから印加されるものとする。

【0019】以上の構成により、上述の第1の実施の形態と同様に、設定温度近傍までヒータ加熱又は温風加熱により半導体ウェーハ11を加熱するとともにステージ8上の強磁性体を加熱した後、磁気コイル4を通電して交番磁場を発生させて上記強磁性体を電磁誘導加熱することにより、各半導体チップ111は製造上のバラツキに起因する自己発熱量が相違しても、上記設定温度で各半導体チップ111の温度がほぼ一定となる。したがって、本実施の形態においても、半導体ウェーハ11上のすべての半導体チップ111に対してほぼ一定の温度ストレスを与えてバーンイン試験、又は、信頼性試験を行うことができ、信頼性の高い高性能な半導体デバイスを得ることができる。

【0020】以上、本発明の各実施の形態について説明したが、勿論、本発明はこれらに限定されることなく、本発明の技術的思想に基づいて種々の変形が可能である。

【0021】例えば以上の第1の実施の形態では、半導体デバイス10の上部に強磁性体31を設ける構成としたが、半導体デバイスの一部に強磁性体を設けるようにしてもよい。すなわち図5に示すように、半導体チップ21とリードフレームのダイパッド部22との間に、設定温度と略同一の磁気変態点を有する強磁性体26を設けた半導体デバイス20を用いてバーンイン試験を行っても、上述の第1の実施の形態と同様な効果を得ることができる。なお図において、符号23はアウトリード、24はボンディングワイヤ、25はモールド樹脂をそれぞれ示す。

【0022】また、以上の各実施の形態では、強磁性体としてMn-Znフェライトを用いて設定温度120℃で試験を行ったが、これに限らず、試験目的に応じて適宜設定温度を変更可能であるとともに、当該設定温度付近に磁気変態点をもつ他の強磁性体を用いてもよい。例

えば、半導体デバイスの配線不良を除去することを目的とする試験は200℃の高温で行われる。また、MOSトランジスタの低温劣化試験は-65℃で行われるが、この場合はTb(テルビウム)を用いることができる。

【0023】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の半導体の試験方法及び装置によれば、以下の効果を得ることができる。

【0024】すなわち本発明の請求項1の試験方法及び請求項4の試験装置により、恒温槽内の全ての半導体デバイスの温度を設定温度付近ではほぼ一定にして試験を行うことができ、よって、信頼性の高い製品を得ることができる。

【0025】また、請求項2の構成により、恒温槽内部を設定温度まで迅速に高めることができ、半導体のバーンイン試験又は信頼性試験の作業性を損なうことはない。

【0026】請求項3及び請求項7の構成によれば、例えばMOSトランジスタの低温劣化試験から配線部分の試験まで広範囲に実施することが可能となる。

【0027】請求項5の構成によれば、隣接する強磁性体間で熱の移動を抑制することができ、全ての半導体デバイスをデバイス個々の発熱量の相違に関係なくほぼ一定の温度に保持することができる。

【0028】更に、請求項6の構成によって、半導体ウェーハ上のすべての半導体チップに対してほぼ一定の温度ストレスを与えてバーンイン試験、又は、信頼性試験を行うことができ、信頼性の高い高性能な半導体デバイスを得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態を示す断面図である。

【図2】同装置により測定される半導体デバイスの構成を示す断面図である。

【図3】本発明に係る発熱体の構成を示す斜視図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態を概念的に示す斜視図である。

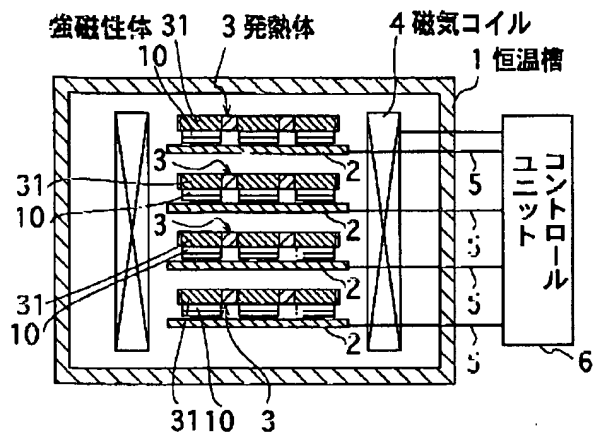
【図5】本発明の第1の実施の形態の変形例を示す半導体デバイスの部分破断斜視図である。

【図6】本発明に適用される強磁性体の一例であるMn-Znフェライトの材料組成とキュリー点との関係を示明する図である。

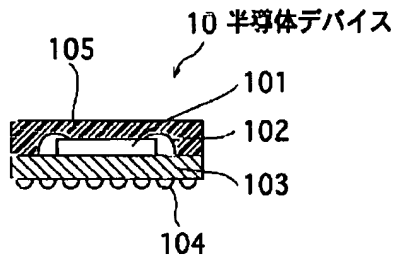
【符号の説明】

1………恒温槽、2………バーンインボード、3………発熱体、4………磁気コイル、6………コントロールユニット、8………ステージ、10、20………半導体デバイス、11………半導体ウェーハ、21、101、111………半導体チップ、26、31………強磁性体、33………断熱体。

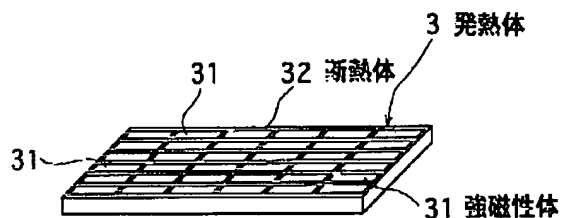
【図1】



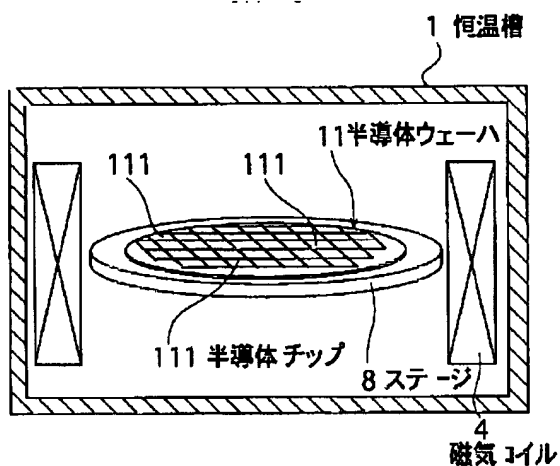
【図2】



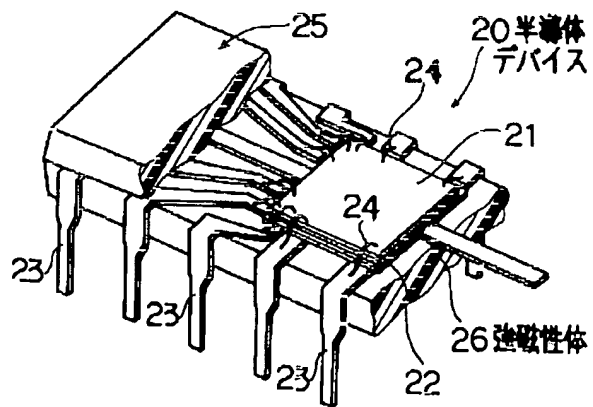
【図3】



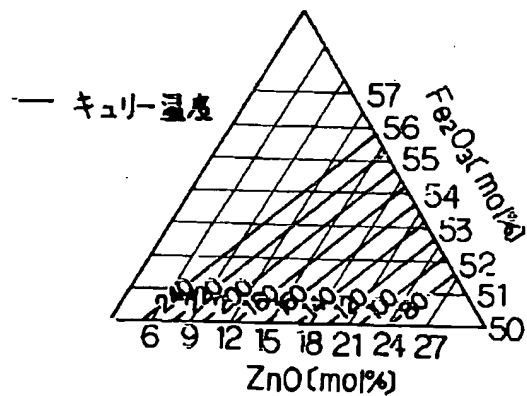
【図4】



【図5】



【図6】



【図6】